

## Preparation method of magnesium alloy

**Publication number:** CN1412332

**Publication date:** 2003-04-23

**Inventor:** XU BINGSHE (CN); LI MINGZHAO (CN); WEI YINGHUI (CN)

**Applicant:** SHANXI ZHICHENG SCIENCE & TECH (CN)

**Classification:**

- **International:** C22C1/02; C22C23/02; C22C1/02; C22C23/00; (IPC1-7); C22C23/02; C22C1/02

- **european:**

**Application number:** CN20021035641 20021017

**Priority number(s):** CN20021035641 20021017

**Also published as:**

 CN1203202C (C)

[Report a data error here](#)

### Abstract of CN1412332

The preparation method of magnesium alloy is characterized by that it adopts optimum metal element mixing ratio, respectively implements magnesium-refining process, molten magnesium alloying process and alloy liquor standing still and heat-insulating process, and also adopts the following measures of gas protection, negative pressure gas liquid guide, semi-continuously pouring, water circulation cooling, dust-removing cleaning and exhausting and spectral analysis so as to raise purity of magnesium alloy and its quality.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02135641.6

[43] 公开日 2003年4月23日

[51] Int. Cl<sup>7</sup>  
C22C 23/02  
C22C 1/02

[11] 公开号 CN 1412332A

[22] 申请日 2002.10.17 [21] 申请号 02135641.6

[71] 申请人 山西至诚科技有限公司

地址 030006 山西省太原市高新技术开发区  
长治路436号科翔大厦809室

[72] 发明人 许并社 李明照 卫英慧 卢英兰  
贾虎生 王杜斌 刘旭光

[74] 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司

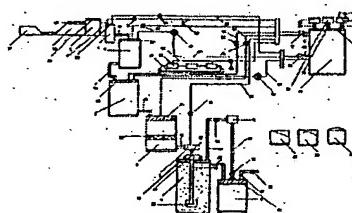
代理人 江淑兰

权利要求书5页 说明书11页 附图6页

[54] 发明名称 一种镁合金的制备方法

[57] 摘要

本发明是一种有色金属材料镁合金的制备方法，它采用了最佳金属元素配比，将粗镁精炼、镁液合金化、合金液静置保温分别进行，还采用了全程气体保护防止氧化、反压气体导液、半连续浇注、水循环冷却、除尘净化排风、光谱分析，有效的提高了镁合金的纯度、品质和性能指标，此制备方法效率高、成本低、质量好、无污染，极适宜进行高品质镁合金的工业化生产。



ISSN 1008-4274

1、一种镁合金的制备方法，其特征是由下列金属元素按合金配比要求组合熔炼而成，一种镁合金的元素配比是：以 100 千克为制取单位。

镁 Mg: 92.83—93.67 重量份

铝 AL: 5.8—6.4 重量份

锰 Mn: 0.26—0.5 重量份

锌 Zn: 0.02max 重量份

铍 Be: 0.0005—0.0015 重量份

硅 Si: 0.05max 重量份

铜 Cu: 0.008max 重量份

镍 Ni: 0.001max 重量份

铁 Fe: 0.004max 重量份

其它: 0.01max 重量份

本发明的制备工艺流程如下：

1) 精选原料及辅助材料

对制备镁合金的金属元素要进行精选，要进行杂质含量计算，对辅助材料熔剂氯化物等要保证有较好的物化性质。

2) 予热坩埚

将熔炼用的坩埚清理干净，并进行予热至 400° — 500°C。

3) 予热粗镁

将炼制合金用的粗镁予先在予热炉中进行予热，至 120° — 150°C。

4) 配料

按制备镁合金数量，按金属元素的实际要求和最佳的组合配比重量份配备各金属原料，并将各金属原料予制成单质或中间合金，呈饼状、块状或锭状，以便于在炼制合金时易于添加操作。

炼制合金用的熔剂氯化物等按比例配备。

5) 熔化粗镁

打开精炼炉坩埚盖，将熔剂氯化物等按比例置于坩埚底部，然后加入部分粗镁，加热至 720° — 740°C，粗镁熔化，逐渐添加配比规定的粗镁，直至全部熔化。

## 6) 精炼粗镁

对熔化后的镁液用搅拌器进行搅拌 15—20 分钟，温度保持在 760° —780°C，要用气体保护液面，防止氧化和燃烧，并根据情况补足熔剂，做到精炼彻底，当熔液表面出现镜面般光亮时，精炼结束。

## 7) 检测、光谱分析

精炼结束后，取出熔液试样，冷却后进行光谱分析、检测，合格后转入下一工序。

## 8) 加入各金属元素

在镁熔液内，按最佳重量配比、按予先设置的顺序依次加入各金属元素。

## 9) 合金化

在镁熔液内加入各金属元素之后，要用搅拌器搅拌 20—30 分钟，温度保持在 740° —780°C，使其充分熔化，保证合金熔体均匀一致。

## 10) 气体保护

镁合金形成熔液后，要用六氟化硫 SF<sub>6</sub>等组成的混合气体覆盖于合金液表面，使其形成一层致密的连续的改性氧化镁薄膜、以防止镁合金液的氧化和燃烧，在制备镁合金的全过程中均采用气体保护。

## 11) 合金液静置保温

制备生产船形镁合金锭时，合金液可在合金化炉的坩埚中静置保温。

制备生产圆棒型镁合金时，用反压气体导液法将合金液导入静置保温炉的坩埚中，进行静置保温 5—10 分钟，温度保持在 680° —700°C。

## 12) 二次检测

合金液静置后，取试样，冷却后在光谱干涉仪上检测合金成份，视检测结果调整金属元素，直至完全合格。

## 13) 浇注准备

制备船形镁合金锭时，要准备好模具并清理干净，撒上灭火粉熔剂，进行模具予热，予热温度为 80° —120°C。

制备镁合金圆棒时，要准备好漏斗式铸模，并装在竖井式有循环冷却水的水槽上，以备用半连续浇注机浇注。

## 14) 过滤合金液

制备生产镁合金圆棒时，合金液静置保温后，用反压气体导液法把静置炉中的

合金液导入陶瓷过滤器中过滤，过滤除去氯化物及其他杂质。

15) 浇注

制备船形镁合金锭时，采用机械浇铸机，将合金液注入已准备好的船形模具中，要控制好容量，使其自然冷却，浇注完成。

制备镁合金圆棒时，用半连续浇注机的浇注咀向竖井水槽上的漏斗式模具中浇注合金液，边浇注边向竖井水槽内下沉，由水槽内的托盘托住逐渐浇注下沉成型的合金棒，竖井水槽内的流动的循环冷却水不间断的进行淹没浸泡式冷却，边浇注边冷却，直至浇注完成，从而实现浇铸—冷却—成型的全过程。

16) 取锭、脱模

制备船形镁合金锭，浇注后是在模具中自然冷却，由于热胀冷缩，镁锭收缩，体积变小，即可用机械或人工脱模取出镁锭。

制备镁合金棒，是在竖井水槽内边浇注边冷却，成型冷却速度快，浇注完成，停止浇铸，经完全冷却后，由浇铸机提升系统脱取，即可取出镁合金棒。

17) 切割成型

对铸好的镁合金棒两端要进行切割，切去端部余头、要齐整，并按需要控制棒的长度。

18) 剥皮、表面处理

对成型的镁合金棒，用剥皮机剥去冷却时产生的氧化层，镁合金锭用砂轮机清理表面斑痕、污物、保持其外观清洁。

19) 检验

对表面处理后的镁合金棒、镁合金锭进行检验，表面不得有气孔、裂纹、冷隔、熔渣和黑色斑痕，外形尺寸一致，重量误差要控制在规定的范围内。

20) 包装、储存

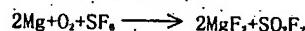
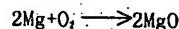
成型的镁合金棒，镁合金锭要用软质材料进行包装，防止碰撞、冲击损坏；包装后存放于阴凉干燥的环境中，其温度为 20℃±3℃，要防水、防潮、防晒、防酸、碱侵蚀。

2、根据权利要求 1 所述的一种镁合金的制备方法，其特征在于所述的气体保护方法如下：

镁合金的制备是在全程气体保护下完成的，是用惰性气体六氟化硫 SF<sub>6</sub>、二氧化碳 CO<sub>2</sub>、空气组合成混合气体，作用于镁合金熔体表面，形成致密的连续的改性氧化

镁 MgO 厚层薄膜，以此膜来阻止合金液的氧化和燃烧，从而起到保护作用。

气体保护反应式如下：



式中：Mg—镁

O—氧

MgO—氧化镁

SF<sub>6</sub>—六氟化硫

MgF<sub>2</sub>—二氟化镁

SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>—二氟二氧化硫

气体保护工艺流程如下：

#### 2) 制备保护气体

将 SF<sub>6</sub>、CO<sub>2</sub>、空气储存于各自的容器中，按比例向混合气罐中输入，并由流量计控制其流量及浓度，在气罐中组成混合气体，比例为：

SF<sub>6</sub>—0.1—0.4%

CO<sub>2</sub>—0—50%

空气—49.9—49.6%

#### 2) 安装输气设施

储气罐与精炼炉、合金化炉、静置炉、过滤器、铸锭机、浇注机之间安装输气管、阀门，并与反压气体导液管分别同时安装，使之调控自如。

#### 3) 按制备工艺输气

严格按照制备工艺流程顺序输送保护气体，调节阀门可控制精炼炉、合金化炉、静置炉、过滤器、铸锭机、浇注机的气源气量，因气体挥发，只能维持几分钟，故在每个工序的制备过程中要不间断的输气供气。

#### 4) 生成保护膜并维持

混合气体作用于镁液、合金液表面后，将在熔体表面发生化学反应，生成致密的连续的改性氧化镁厚层薄膜，以阻止镁合金液的氧化和燃烧，要连续不间断的输气供气，维持膜层不变，直至本工序结束。

#### 5) 制备结束、关闭气源

按照制备工艺流程的顺序，当一个工序完成后，就可关闭本工序的输气阀门。

切断气源，转入下一工序时，下一工序的阀门打开，供气开始，当制备工艺全部结束后，关闭所有阀门，停止供气。

3、根据权利要求 1 所述的一种镁合金的制备方法，其特征在于所述的反压气体导液法如下：

反压气体导液是利用气体保护设施，设置一套并行的反压气体输送管道，直接将反压气体管道安装至精炼炉进口、合金化炉进口、静置炉进口，并由阀门控制，精炼炉、合金化炉、静置炉上部均为进口，下侧部均为出口，各炉之间均由管道联结，按照制备工艺流程工序由精炼炉向合金化炉输送液体时，打开反压气体阀门，气体通过管道输入精炼炉进口，当气体压力大于 1 公斤时，就可推动熔液向下流动，通过下侧部的出口及导液管导入合金化炉，精炼炉—合金化炉—静置炉，均采用同一方式使熔液流动，而转入下一工序，导液结束，即可关闭反压气体导液阀门，以此类推。

### 一种镁合金的制备方法

#### 技术领域

本发明是一种有色金属材料镁合金的制备方法，属有色金属合金的生产工艺和制取的技术领域。

#### 背景技术

在有色金属合金中，镁合金的化学成分、组织结构、力学性能有很多特点，比重小、刚性好、耐腐蚀、抗冲击、耐摩擦、不变形、无毒、无磁性、屏蔽性好，还有较好的导热导电性能，易于加工成型，易于回收，同样体积的镁合金比铝合金轻36%，比锌合金轻73%，广泛用于航空、航天、电子、汽车、计算机、电信等领域。

在过去和现行的镁合金生产中，存在着很多不足，例如设备简陋、工艺水平低、检测手段落后、环境污染严重、工人劳动强度大，生产效率和合金质量都存在着很多问题。

目前，常用熔炼法来制取镁合金，在熔炼过程中，常常会发生镁液氧化和燃烧，为了防止氧化燃烧的发生，通常在熔液表面覆盖一层熔剂硫磺粉，以此来保护镁合金熔液，硫磺粉会产生一种有毒气体，严重污染熔炼现场的空气，损害工人健康，而熔剂硫磺粉还容易夹杂在镁合金熔液中，影响镁合金的纯度和质量，再加上检测手段落后，很难保证镁合金的化学成份和力学性能的要求，还有的生产工艺十分简单，粗镁精炼、镁液合金化都在同一熔炼坩埚中进行，严重的影响了合金的纯度和生产效率，无法进行高品质、工业化的生产制备。

#### 发明内容

#### 发明目的

本发明的目的是针对背景技术的不足，采用现代科技手段，改变原有的生产工艺和设备配置，将粗镁精炼、镁液合金化、合金液静置保温分开进行，用气体保护法阻止镁合金液氧化燃烧，用反压导液法使镁液流动，用循环水流冷却法浇注镁合金成型，用光谱干涉仪进行检测分析，以工业化、高效率、低成本、无污染生产制备高品质镁合金是最大目的。

### 技术方案

本发明是由下列金属元素按合金配比要求组合熔炼而成，一种镁合金的元素配比是：以100千克为制取单位。

镁 Mg: 92.83—93.67 重量份

铝 AL: 5.8—6.4 重量份

锰 Mn: 0.26—0.5 重量份

锌 Zn: 0.02max 重量份

铍 Be: 0.0005—0.0015 重量份

硅 Si: 0.05max 重量份

铜 Cu: 0.008max 重量份

镍 Ni: 0.001max 重量份

铁 Fe: 0.004max 重量份

其它: 0.01max 重量份

本发明的制备工艺流程如下：

#### 1) 精选原料及辅助材料

对制备镁合金的金属元素要进行精选，要进行杂质含量计算；对辅助材料熔剂氯化物等要保证有较好的物化性质。

#### 2) 予热坩埚

将熔炼用的坩埚清理干净，并进行予热至400°—500°C。

#### 3) 予热粗镁

将炼制合金用的粗镁予先在予热炉中进行予热，至120°—150°C。

#### 4) 配料

按制备镁合金数量，按金属元素的实际要求和最佳的组合配比重量份配备各金属原料，并将各金属原料予制成单质或中间合金，呈饼状、块状或锭状，以便于在炼制合金时易于添加操作。

炼制合金用的熔剂氯化物等按比例配备。

#### 5) 熔化粗镁

打开精炼炉坩埚盖，将熔剂氯化物等按比例置于坩埚底部，然后加入部分粗镁，加热至720°—740°C，粗镁熔化，逐渐添加配比规定的粗镁，直至全部熔化。

### 6) 精炼粗镁

对熔化后的镁液用搅拌器进行搅拌 15—20 分钟，温度保持在 760°—780°C，要用气体保护液面，防止氧化和燃烧，并根据情况补足熔剂，做到精炼彻底，当溶液表面出现镜面般光亮时，精炼结束。

### 7) 检测、光谱分析

精炼结束后，取出溶液试样，冷却后进行光谱分析、检测，合格后转入下一工序。

### 8) 加入各金属元素

在镁熔液内，按最佳重量配比、按予先设置的顺序依次加入各金属元素。

### 9) 合金化

在镁熔液内加入各金属元素之后，要用搅拌器搅拌 20—30 分钟，温度保持在 740°—780°C，使其充分熔化，保证合金熔体均匀一致。

### 10) 气体保护

镁合金形成熔液后，要用六氟化硫 SF<sub>6</sub>等组成的混合气体覆盖于合金液表面，使其形成一层致密的连续的改性氧化镁薄膜，以防止镁合金液的氧化和燃烧，在制备镁合金的全过程中均采用气体保护。

### 11) 合金液静置保温

制备生产船形镁合金锭时，合金液可在合金化炉的坩埚中静置保温。

制备生产圆棒型镁合金时，用反压气体导液法将合金液导入静置保温炉的坩埚中，进行静置保温 5—10 分钟，温度保持在 680°—700°C。

### 12) 二次检测

合金液静置后，取试样，冷却后在光谱干涉仪上检测合金成份，视检测结果调整金属元素，直至完全合格。

### 13) 浇注准备

制备船形镁合金锭时，要准备好模具并清理干净，撒上灭火粉熔剂，进行模具预热，预热温度为 80°—120°C。

制备镁合金圆棒时，要准备好漏斗式铸模，并装在竖井式有循环冷却水的水槽上，以备用半连续浇注机浇注。

### 14) 过滤合金液

制备生产镁合金圆棒时，合金液静置保温后，用反压气体导液法把静置炉中的合金液导入陶瓷过滤器中过滤，过滤除去氯化物及其他杂质。

**15) 浇注**

制备船形镁合金锭时，采用机械浇铸机，将合金液注入已准备好的船形模具中，要控制好容量，使其自然冷却，浇注完成。

制备镁合金圆棒时，用半连续浇注机的浇注咀向竖井水槽上的漏斗式模具中浇注合金液，边浇注边向竖井水槽内下沉，由水槽内的托盘托住逐渐浇注下沉成型的合金棒，竖井水槽内的流动的循环冷却水不间断的进行淹没浸泡式冷却，边浇注边冷却，直至浇注完成，从而实现浇铸—冷却—成型的全过程。

**16) 取锭、脱模**

制备船形镁合金锭，浇注后是在模具中自然冷却，由于热胀冷缩，镁锭收缩，体积变小，即可用机械或人工脱模取出镁锭。

制备镁合金棒，是在竖井水槽内边浇注边冷却，成型冷却速度快，浇注完成，停止浇铸，经完全冷却后，由浇铸机提升系统脱取，即可取出镁合金棒。

**17) 切割成型**

对铸好的镁合金棒两端要进行切割，切去端部余头、要齐整，并按需要控制棒的长度。

**18) 剥皮、表面处理**

对成型的镁合金棒，用剥皮机剥去冷却时产生的氧化层，镁合金锭用砂轮机清理表面斑痕、污物、保持其外观清洁。

**19) 检验**

对表面处理后的镁合金棒、镁合金锭进行检验，表面不得有气孔、裂纹、冷隔、熔渣和黑色斑痕，外形尺寸一致，重量误差要控制在规定的范围内。

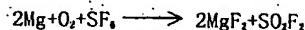
**20) 包装、储存**

成型的镁合金棒，镁合金锭要用软质材料进行包装，防止碰撞、冲击损坏，包装后存放于阴凉干燥的环境中，其温度为 20℃±3℃，要防水、防潮、防晒、防酸、碱侵蚀。

**气体保护方法如下：**

镁合金的制备是在全程气体保护下完成的，是用惰性气体六氟化硫 SF<sub>6</sub>、二氧化碳 CO<sub>2</sub>、空气组合成混合气体，作用于镁合金熔体表面，形成致密的连续的改性氧化镁 MgO 厚层薄膜，以此膜来阻止合金液的氧化和燃烧，从而起到保护作用。

**气体保护反应式如下：**



式中： Mg—镁

O—氧

MgO—氧化镁

SF<sub>6</sub>—六氟化硫

MgF<sub>2</sub>—二氟化镁

SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>—二氟二氧化硫

气体保护工艺流程如下：

#### 1) 制备保护气体

将 SF<sub>6</sub>、 CO<sub>2</sub>、 空气储存于各自的容器中，按比例向混合气罐中输入，并由流量计控制其流量及浓度，在气罐中组成混合气体，比例为：

SF<sub>6</sub>—0.1—0.4%

CO<sub>2</sub>—0—50%

空气—49.9—49.6%

#### 2) 安装输气设施

储气罐与精炼炉、合金化炉、静置炉、过滤器、铸锭机、浇注机之间安装输气管、阀门，并与反压气体导液管分别同时安装，使之调控自如。

#### 3) 按制备工艺输气

严格按照制备工艺流程顺序输送保护气体，调节阀门可控制精炼炉、合金化炉、静置炉、过滤器、铸锭机、浇注机的气源气量，因气体挥发，只能维持几分钟，故在每个工序的制备过程中要不间断的输气供气。

#### 4) 生成保护膜并维持

混合气体作用于镁液、合金液表面后，将在熔体表面发生化学反应，生成致密的连续的改性氧化镁厚层薄膜，以阻止镁合金液的氧化和燃烧，要连续不断的输气供气，维持膜层不变，直至本工序结束。

#### 5) 制备结束、关闭气源

按照制备工艺流程的顺序，当一个工序完成后，就可关闭本工序的输气阀门，切断气源；转入下一工序时，下一工序的阀门打开，供气开始，当制备工艺全部结束后，关闭所有阀门，停止供气。

反压气体导液法如下：

反压气体导液是利用气体保护设施，设置一套并行的反压气体输送管道，直接将反压气体管道安装至精炼炉进口、合金化炉进口、静置炉进口，并由阀门控制，精炼炉、合金化炉、静置炉上部均为进口，下侧部均为出口，各炉之间均由管道联结，按照制备工艺流程工序由精炼炉向合金化炉输送液体时，打开反压气体阀门，气体通过管道输入精炼炉进口，当气体压力大于1公斤时，就可推动熔液向下流动，通过下侧部的出口及导液管导入合金化炉，精炼炉—合金化炉—静置炉，均采用同一方式使熔液流动，而转入下一工序，导液结束；即可关闭反压气体导液阀门，以此类推。

#### 效果

本发明与背景技术相比具有明显的先进性，它是采用了最佳合金元素配比，改变了原有的生产工艺和设备配置，将粗镁精炼、镁液合金化、合金液静置保温均分开，在各自的熔炼坩埚中进行，为了保证纯度，还对合金液进行过滤，为了防止镁合金液氧化，全程进行气体保护，采用 SF<sub>6</sub>、CO<sub>2</sub>和空气组成的混合气体，覆盖于熔液表面，生成致密的连续的改性氧化镁 MgO 薄膜，阻止了合金液的氧化和燃烧，还采用了反压气体导液法，使镁液、合金液在精炼、合金化、静置保温过程中通过管道流动进行，既安全又不污染环境，浇注镁合金棒时，采用循环水流动淹没浸泡式冷却，浇注、冷却同时进行，冷却效果好、效率高，还设置除尘净化排风系统，烟尘、污物可随时排出，采用了光谱干涉仪进行检测分析，由于采取了上述措施和工艺改进，大大提高了镁合金的生产效率，提高了镁合金的纯度和品质，使镁合金的品质、纯度和性能指标比现有技术提高了3—4个级数，产品优质品率可达98.5%，有效的保证了镁合金的性能指标及质量，此制备方法是在洁净无污染的环境中进行的，效率高、成本低、质量好，设备容易制作，工艺容易实现，是十分理想的工业化生产镁合金的制备方法。

#### 附图说明：

- 图1为镁合金制备工艺流程图
- 图2为气体保护工艺流程图
- 图3为反压气体导液工艺流程图
- 图4为制备方法实施步骤图
- 图5为气体保护反压导液实施步骤图
- 图6为水循环冷却系统结构图
- 图7为除尘排风系统结构图

图中所示，件号清单如下：

1、予热炉，2、输送平台，3、精炼炉，4、合金化炉，5、静置保温炉，6、陶瓷过滤器，7、半连续浇注机，8、竖井水槽，9、循环水池，10、漏斗式模具，11、托盘，12、水泵，13、过滤器，14、冷却塔，15、船形铸锭机，16、船形模具，17、送料车，18、输送平台，19、输送架，20、混合气罐，21、CO<sub>2</sub>容器，22、SF<sub>6</sub>容器，23、空气容器，24、流量计，25、流量计，26、流量计，27、切割机，28、剥皮机，29、包装设备，30、陶瓷过滤网，31、阀门，32、阀门，33、阀门，34、阀门，35、阀门，36、阀门，37、阀门，38、阀门，39、阀门，40、阀门，41、阀门，42、浇注咀，43、导液管，44、导液管，45、导液管，46、导液管，47、水管，48、水管，49、水管，50、水管，51、保护气管，52、保护气管，53、保护气管，54、保护气管，55、保护气管，56、反压气管，57、反压气管，58、反压气管，59、空气压缩机，60、保护气管，61、反压气管，62、水槽盖，63、水池盖，64、气罐盖，65、过滤器盖，66、静置炉盖，67、合金炉盖，68、精炼炉盖，69、予热炉盖，70、镁合金棒，71、废气处理器，72、中和池，73、风机，74、喷淋器，75、喷淋器，76、精炼炉罩，77、合金炉罩，78、静置炉罩，79、过滤器罩，80、浇注机罩，81、铸锭机罩，82、剥皮机罩，83、阀门，84、保护气管，85、气盖，86、气盖，87、气盖，88、风管，89、风管，90、气管，91、气管，92、气管

#### 实施方式

以下结合附图对本发明做进一步叙述。

图1、4、5、6所示，镁合金制备方法实施步骤如下：

制备镁合金的各种设备、阀门均置于停止和关闭位置，处于制备前的准工作状态。

将粗镁置于送料车17中，经输送平台18把原料送至输送架19，以备熔炼使用。

开启予热炉1，予热炉1的坩埚予热温度为400°—500°C。将熔剂装入坩埚底部，然后按配比重量加入予热后的粗镁，予热温度为120°—150°C，盖好盖69，保温一定时间。

粗镁予热后，经输送平台2将粗镁逐渐装入精炼炉3，温度升至720°—740°C，逐渐熔化；逐渐加入熔剂、粗镁，熔化成液态，直至将定额的熔剂、粗镁加完，用搅拌器搅拌均匀。

开启保护气体气罐20的阀门32、33，经气管60、51将保护气体送至精炼炉3

的液面，盖好盖 68，保护气体作用于液面生成改性氧化镁薄膜，进行保护。

在精炼炉 3 内，精炼粗镁，温度升至 760°—780°C，镁液面表出现镜面般光亮时，精炼结束，取出试样，冷却后检测，进行光谱分析，合格后再进行合金化。

打开气罐 20 的反压气体阀门 38、39，经气管 61、56 将反压气体送至精炼炉 3 进行导液，打开导液管 43，将镁液导入合金化炉 4。

在合金化炉 4 内，温度升至 740°—780°C，在镁液内依次加入合金元素：铝、锰、锌、铍等，随加入随搅拌，直至完全熔化。

开启保护气体气罐 20 的阀门 34，经气管 52 将保护气体送至合金化炉 4 的液面，进行气体保护，盖好盖 67。

合金化完成后，进行第二次检测、光谱分析，分析合金成分，按分析结果决定是否重新调整熔液成分，直至合格。

合金液合格后，可进行两种处理，一是浇注船形镁合金锭，二是转入另一工序浇注镁合金棒。

浇注镁合金锭，是在铸锭机 15 内放置数个船形模具 16，模具 16 内撒上灭火粉熔剂并予热至 80°—120°C，用浇铸机将合金液舀至模具 16 中铸锭，在空气中自然冷却，冷却后取出合金锭，铸锭完成。在铸锭过程中，开启保护气体阀门 83，气管 84，进行气体保护。

浇注镁合金棒时，打开反压气体阀门 40，经气管 57 将反压气体送至合金化炉 4 的表面，打开导液管 44，将合金液导入静置保温炉 5。

静置保温炉 5 的温度保持在 680°—700°C，保温 5—10 分钟，静置保温时要开启保护气体阀门 35，经气管 53 将保护气体送至合金液表面，进行气体保护，盖好盖 66。

静置保温后，打开反压气体阀门 41，经气管 58 将反压气体送至合金液表面，打开导液管 45，合金液导入陶瓷过滤器 6，开启保护气体阀门 36，经气管 54 将保护气体送至合金液表面，盖好盖 65。

在陶瓷过滤器 6 内，合金液经过滤网 30 过滤后，即可流入半连续浇注机 7 进行镁合金棒浇注，同时开启气体保护阀门 37，经气管 55 将保护气体送至浇注机 7，进行气体保护。

半连续浇注机 7 的浇注咀 42 对准竖井水槽 8 顶部的漏斗式圆棒形模具 10，开动水循环系统的水泵 12，经过滤器 13，冷却塔 14，水管 48、49，将水注入竖井水槽 8 内。

浇注开始，浇注机 7 的浇注咀 42 对准模具 10 流入合金液，合金液流入模具 10 后逐渐成型，逐渐冷却，逐渐下沉，并由托盘 11 托住成型的镁合金圆棒 70，当合金棒 70 和托盘 11 完全沉入竖井水槽 8 的底部时，停止导液，合金棒 70 完全淹没、浸泡，水不停的循环流动冷却，当合金棒 70 完全冷却后取出，浇注完成，即可转入下一工序。

成型的镁合金棒要转入切割机 27 进行切头去尾，两端切割成型，可按需要切割成不同长度；切割后两端面光滑齐整。

切割后的镁合金棒要转入剥皮机 28 进行剥皮处理，对船形镁合金锭在浇注、冷却时产生的黑色斑痕、污物用砂轮机进行清理，使表面光泽、美观。

对成型的镁合金棒，镁合金锭要进行成品检验，表面不得有气孔、裂纹、冷隔、熔渣、斑痕，外形规范、尺寸一致、重量均等、光亮美观。

制备完成后用软质材料包装储存，不得碰撞，置于 20℃±3℃ 的阴凉干燥的环境中，要防水、防潮、防酸碱侵蚀。

图 2、3、5 所示，气体保护和反压气体导液实施步骤如下：

气体保护和反压气体导液是由一套装置分别完成的，它是由混合气罐、容器、空气压缩机、流量计、阀门、气管组成，混合气罐 20 的上部并排有 CO<sub>2</sub> 容器 21、SF<sub>6</sub> 容器 22、空气容器 23，各容器上部由气盖 85、86、87 密封，空气容器 23 联结空气压缩机 59，各容器与气罐 20 间有流量计 24、25、26，并通过气管 90、91、92 插入气罐 20 的顶盖 64 并密封；气罐 20 的侧面上部为保护气体管路，由阀门 32、33、34、35、36、37、83，气管 60、51、52、53、54、84 分别输往精炼炉 3、合金化炉 4、静置炉 5、过滤器 6、浇注机 7、铸锭机 15；气罐 20 的侧面下部为反压气体导液管路，由阀门 38、39、40、41，气管 56、57、58 分别输往精炼炉 3、合金化炉 4、静置炉 5。

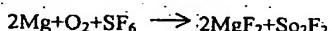
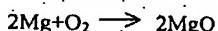
混合气罐 20 的气体由 CO<sub>2</sub> 容器 21、SF<sub>6</sub> 容器 22、空气容器 23 按比例供给，并由流量计 24、25、26 严格控制其流量。

进行气体保护时，打开保护气体的总阀门 32，并按工序先后打开各个炉子或设备上的阀门及气管，并不断的供气，一般供气量较小，但要连续，直至这个工序完成后，关闭本工序气源；当转入下一工序时，再打开下一工序的阀门和气管，依此类推，直至各个工序全部完成，再关闭总阀门 32。

进行反压气体导液时，打开反压气体的总阀门 38，并按工序先后打开各个炉子或

设备上的阀门及气管，短时供气量较大，以保证气体的流量压力大于1公斤，并能将液体导入另一设备，直至这个工序完成，立刻关闭本工序气源；转入下一工序时，再打开下一工序的阀门和气管，依此类推，直至各个工序全部完成，再关闭总阀门38。

气体保护原理是：



混合气体由  $\text{SF}_6 + \text{CO}_2 + \text{空气}$  组成，混合气体与镁合金液发生反应，在熔液表面生成致密的连续的改性氧化镁薄膜，是与暴露于空气中完全不一样的薄膜， $\text{Mg}$  与  $\text{O}$  反应生成  $\text{MgO}$ ， $\text{MgO}$  与  $\text{SF}_6$  反应生成  $\text{MgF}_2$ ， $\text{MgF}_2$  与  $\text{MgO}$  结合生成致密膜层，此薄膜可阻止熔液氧化、燃烧，从而达到了保护的目的。

$\text{SF}_6$  必须和空气混合才能起作用，因在  $\text{MgO}$  膜中只有混入少量  $\text{MgF}_2$  才能生成保护膜，所以  $\text{SF}_6$  是极微量的，浓度为 0.1—0.4%，以浓度 0.3% 为最佳，当浓度小于 0.05% 或大于 0.7% 时，氧化反而会加重，不能起保护作用，故要严格控制其浓度。

$\text{SF}_6$  无毒、无味、化学惰性强，但当温度在 815°C 时会产生 1% 的剧毒元素  $\text{S}_2\text{F}_{10}$ ，由于制备镁合金温度不超过 800°C， $\text{SF}_6$  浓度小于 0.4%，所以不会产生剧毒物，使用是安全的。

气体保护会受干燥程度的影响，故必须对空气和  $\text{CO}_2$  进行干燥处理。在空气和  $\text{SF}_6$  混合气体中要混入干燥的  $\text{CO}_2$  气体，目的是用以改善和加强  $\text{SF}_6$  的保护效果。

图 4、6 所示，水循环冷却是由水池、过滤器、冷却塔、竖井水槽、水泵、水管、阀门组成，在水池 9 的右上部盖 63 上有水管 47、阀门 31，接收水源注水，水池 9 的中部盖 63 的上面装有水泵 12；通过水管 48 联通过滤器 13、冷却塔 14，通过水管 49 把水注入竖井水槽 8 中，竖井水槽 8 的上部有盖 62，盖 62 的上面装有漏斗式模具 10，竖井水槽 8 内有托盘 11，竖井水槽 8 的右上侧面设有溢水管 50 并联通水池 9。

当进行浇注需要冷却时，打开水泵 12，把水抽至过滤器 13 进行过滤，然后注入冷却塔 14 冷却，通过水管 49 注入竖井水槽 8 内，由于浇注的镁合金棒逐渐下沉，挤压水槽 8 中的水通过溢水管 50 回流至水池 9 中，形成水流流动循环，镁合金棒在竖井水槽 8 中完全淹没浸泡冷却，水泵不停的开动，水流不停的流动循环，浇注、冷却完成后即可关闭水泵，冷却结束。

图 4、7 所示，除尘排风系统是由中和池、风机、气体处理器、喷淋器、风罩、风管组成，气体处理器 71 下部装有中和池 72，右侧装有风管 88、风管 88 联结精炼炉罩 76、合金炉罩 77、静置炉罩 78、过滤器罩 79、浇注机罩 80、铸锭机罩 81，剥皮机罩 82，各个罩内的废气由风管 88 进入气体处理器 71，气体处理器 71 内用石灰乳净化，喷淋器 74、75 处理废气，杂物进入中和池 72 处理，废气由风管 89、风机 73 抽出，经过除尘净化排风处理后，使镁合金的制备过程在无污染的洁净环境中进行。

合金元素中的硅、铜、镍、铁及其他杂质，在镁合金中越少越好，越少质量越优。所用的熔剂以氯化物为主要成分，包括氯化镁  $MgCl_2$ 、氯化钾  $KCl$ 、氯化钠  $NaCl$ 、氯化钙  $CaCl_2$ 、氯化钡  $BaCl_2$ 、氧化镁  $MgO$ 、氟化钙  $CaF_2$ ，使用数量为合金元素总重量的 10—15%。

合金元素在使用中可以是单质，也可是中间合金；例如铝锰合金、铝铍合金，都可使用，但其配比数量不得改变，元素种类不得改变，只是为了添加操作方便。

反压导液的形式可以是炉子上面为进口，下侧面为出口，也可以在炉子上面加一弓形导液管，从顶部伸入另一炉中，将液体由上部导入或导出。

漏斗式浇注模具，也叫结晶器，是专门成型镁合金棒的，镁合金可以是圆棒形，也可以按特殊需要呈方形，其长度可为 4m，直径为  $\Phi 10mm$ ，可视使用要求确定其尺寸和形状，也可同时浇注 5—6 个圆棒，以提高效率。

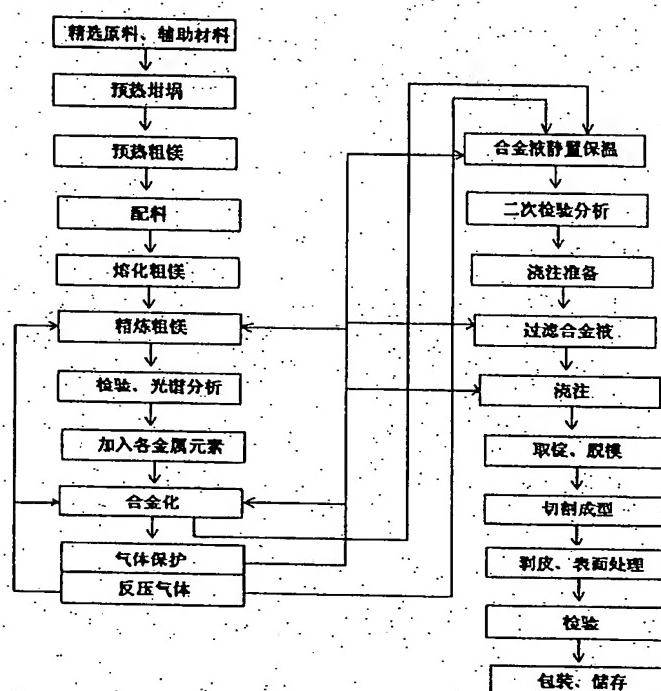


图 1

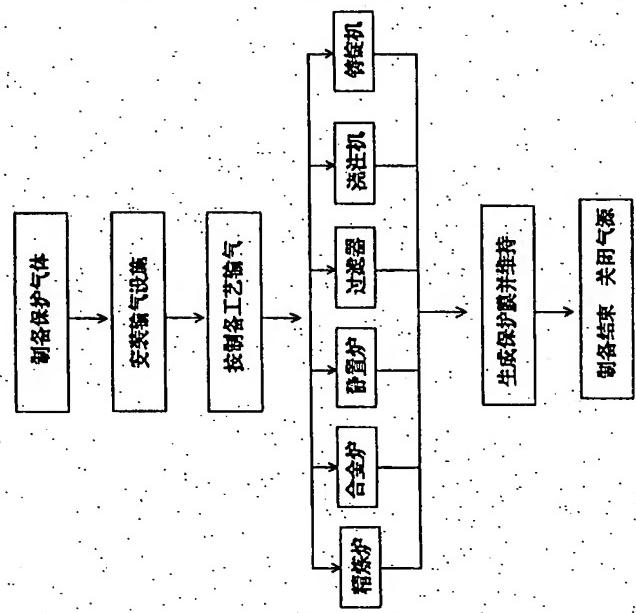


图2

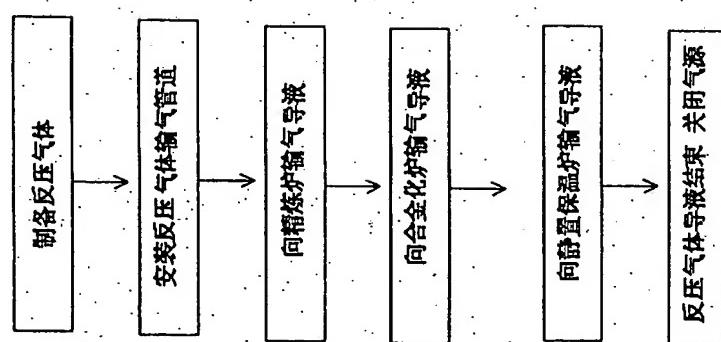
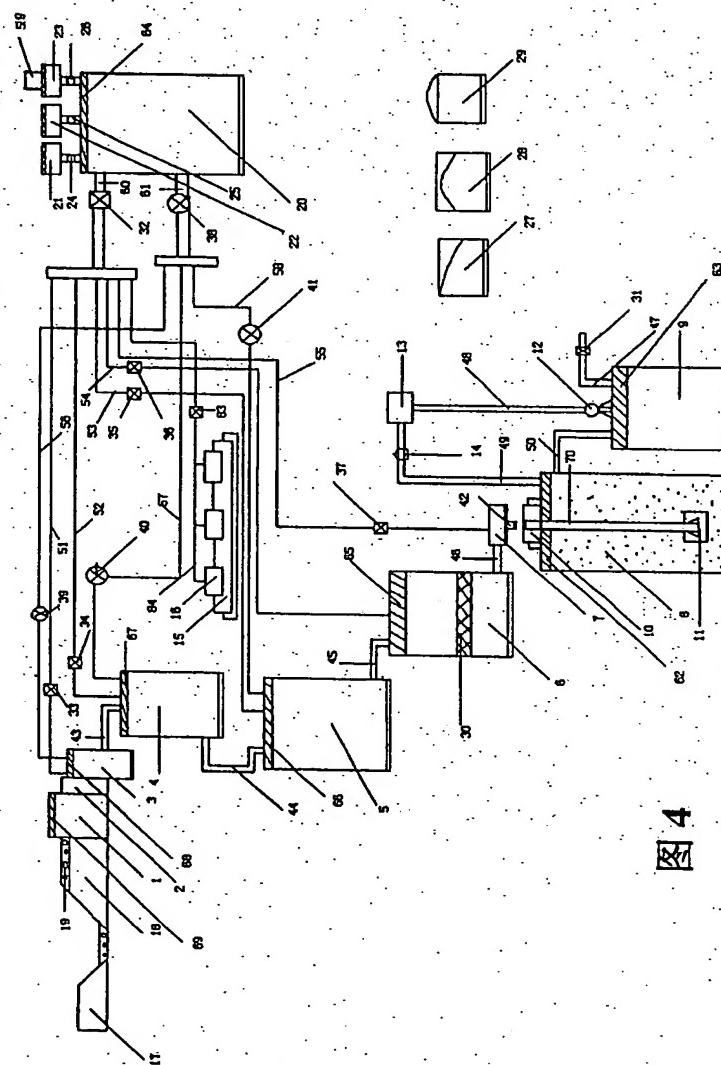


图3



4

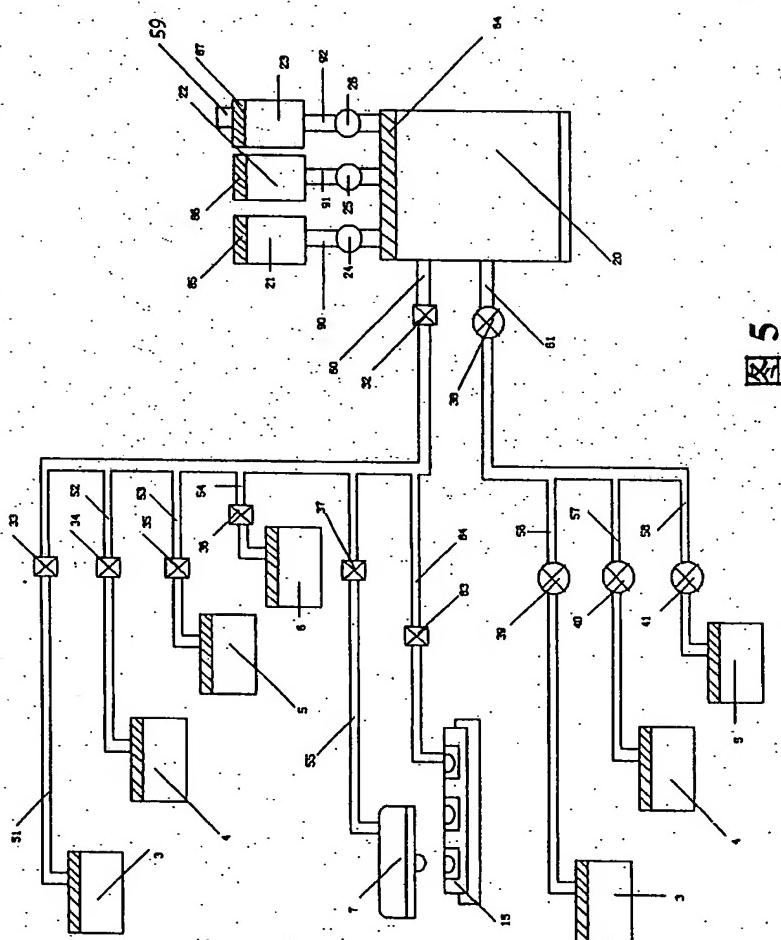
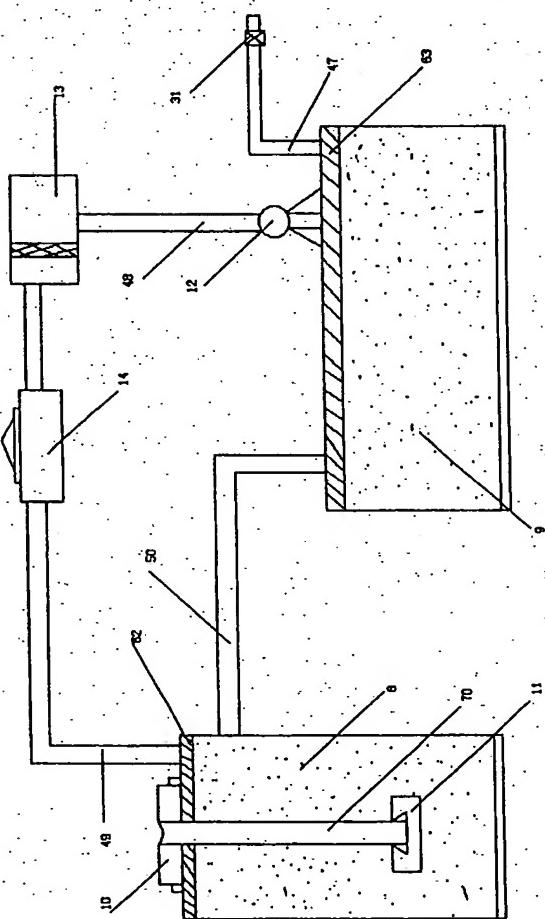


图 5



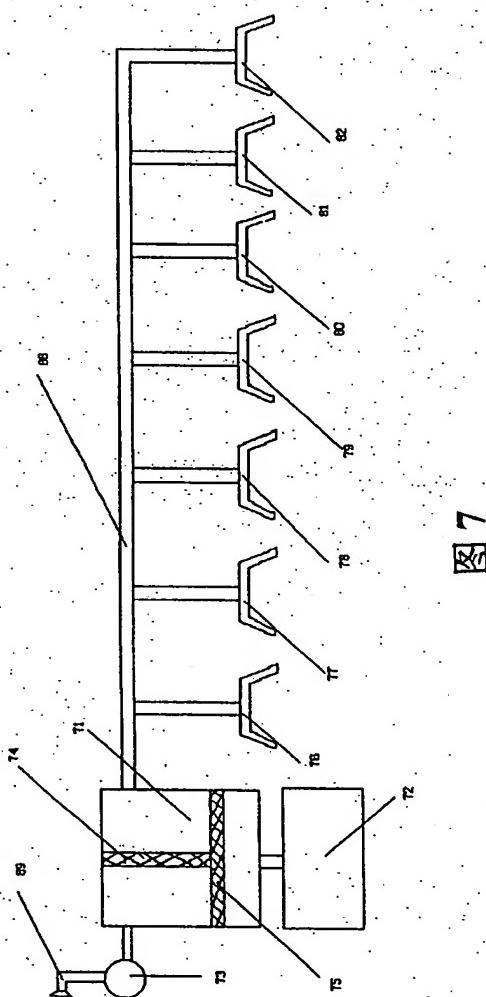


图7